

10/814,311

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 05-256968

(43)Date of publication of application : 08.10.1993

(51)Int.Cl.

G21B 1/00  
C22C 27/04

(21)Application number : 04-055383

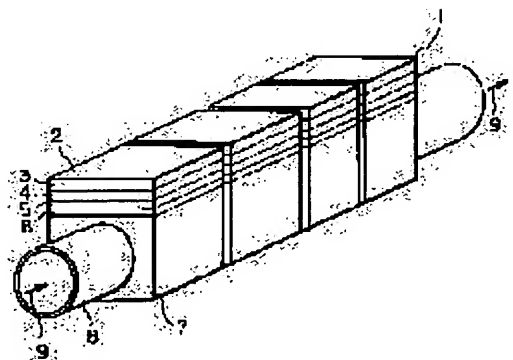
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.03.1992

(72)Inventor : SAKURAI SHIGEO  
MIZOGUCHI TADANORI**(54) FIRST WALL OF FUSION REACTOR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To endure high heat load and make the improvement of erosionproof characteristic by forming a thin film between a metal material and a high melting point member and laminating to joint an intermediate layer wherein a ratio of components of them changes in steps.

**CONSTITUTION:** A surface 2 facing a first fusion wall 1 is formed of a high melting point metal of 3000°C or higher, for instance, a thin film 3 of tungsten. A next film 4 is jointed with the high melting point metal and a member material for cooling, for instance, another thin film composed of 80% tungsten and 20% copper. In the following, components are changed sucessively and a film 6 nearest to copper 7 used for a heat tank material 7 composed of a member material for cooling is jointed with a thin film composed of 40% tungsten and 60% copper. In addition, a pipe 8 penetrates the heat tank material 7 and cooling water is allowed to flow therein. The relation to a thermal expansion coefficient by the copper component in tungsten is linearly proportional. Accordingly, a ratio of the copper composition component is inclinedly changed to joint for the purpose of lessening generated thermal stress, having a high degree of expansion, fitting a joint face and making possible the joint of less defects.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The nuclear fusion reactor first wall characterized by consisting of the structures which above-mentioned both component carried out the laminating of the interlayer who changes gradually, and joined while being formed with the thin film in the first wall which counters the plasma of a nuclear fusion reactor and is installed between the metallic material of this member for first wall cooling, and the refractory material with a melting point of 3000 degrees C or more facing said plasma.

[Claim 2] It is the nuclear fusion reactor first wall according to claim 1 characterized by having formed the ingredient facing said plasma with the tungsten, and forming said member for cooling with copper.

[Claim 3] Said structure is claim 1 characterized by having cut the ingredient by which the laminating was carried out to the shape of a rod long to a longitudinal direction in the perpendicular direction to the longitudinal direction, having divided into plurality, having carried out laminating junction of this divided each class, and being constituted, or a nuclear fusion reactor first wall given in two.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a nuclear fusion reactor first wall, and relates to a limiter, a diverter, and a suitable nuclear fusion reactor first wall to improve the heat-resistant impact strength of the device which counters the plasma of a blanket especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] About the first wall of a nuclear fusion reactor, various formation is conventionally proposed according to the function of the device in a furnace, and load conditions. Moreover, the graphite and carbon carbon fiber composite material which were excellent in high temperature strength as what can bear the high thermal stress at the time of a high temperature load as a component of a first wall are used. for example, Atomic Energy Society of Japan -- by being indicated by the page [ 737th ] 33rd volume No. 8 paper [ description ], in the important section, as shown in drawing 7 , that by which low attachment was carried out is introduced to the block 14 of the copper with which the die-like block 12 with which the part 11 which faces the plasma consists of a graphite or carbon carbon fiber composite material was formed in the copper pipe 13 for cooling. however, a possibility that high thermal stress may occur at the time of a high temperature load, and exfoliation and a crack may generate the above-mentioned conventional technique in a low attachment side since the differential thermal expansion between the graphite or carbon carbon fiber composite material which constitutes block 12, and the copper for cooling is large -- \*\* -- there was a problem to say. Moreover, there was a problem that a graphite or carbon carbon fiber composite material was not enough in long-term use of the erosion to the impact of the particle emitted from the plasma.

[0003] Then, that by which the content ratio of Mo was constituted from a composite-construction object by which powder molding was carried out through the Cu-Mo alloy layer from which Mo layer by the side of the plasma and Cu layer by the side of the copper for cooling changed to the copper side for cooling from the plasma side to 100 - 0% by weight % is proposed as indicated by the former, for example, JP,60-4050,A.

[0004] Moreover, to the tungsten member which faces the plasma of powder molding which joined a tungsten member and copper section material, and the thing which made the layer of Mo-Cu with many copper contents placed between the parts which touch the copper section material for cooling is proposed as indicated by JP,60-203436,A. [ content / Mo ]

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the melting point formed the front face facing the plasma with the tungsten which mixed Mo or Mo 3000 degrees C or less, as shown in drawing 8 , each above-mentioned conventional technique had small strength in high temperature, and when reinforcement was small and it applied to a nuclear fusion reactor first wall to the erosion by the collision of the particle emitted from the plasma, it had the problem which cannot be referred to as enough to prolonged use.

[0006] The purpose of this invention bears a high temperature load, and is to offer the nuclear fusion

reactor first wall the erosion property by the particle impact from the plasma and whose improvement are enabled.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the first wall of the nuclear fusion reactor of this invention consists of the structures which above-mentioned both component ratio carried out the laminating of the interlayer who changes gradually, and joined while being formed with a thin film between the metallic material of this member for first wall cooling, and the high-melting member with a melting point of 3000 degrees C or more which faces the plasma.

[0008] Moreover, the ingredient facing said plasma is formed with a tungsten, and the member for cooling is formed with copper.

[0009] Moreover, the ingredient and the member for cooling which touch said plasma, and said interlayer do a laminating with an infiltration process, and join.

[0010] Moreover, the ingredient by which the laminating was carried out to the shape of a rod long to a longitudinal direction is cut in the perpendicular direction to a longitudinal direction, and said structure is divided into plurality, it carries out laminating junction of this divided each class, and is constituted.

[0011]

[Function] While the first wall of a nuclear fusion reactor arranges a refractory metal with a melting point of 3000 degrees C or more which was excellent to the erosion by the collision of the particle to which the member which faces the plasma is emitted from the plasma on a front face according to the 1st invention Since above-mentioned both and a component ratio change to a phase and finally consider as the component presentation of the above-mentioned member for cooling while being formed with a thin film between this refractory metal and the member for cooling The thermal stress generated between the fields and cooling members which counter the plasma can equalize, and thermal stress can be reduced, and the reinforcement to erosion can be increased, and durable trouble can be increased.

[0012] Moreover, since according to the 2nd invention the member which faces the plasma is formed with a tungsten and the member for cooling is formed with copper, even if large-sized [ like / the strength in high temperature and erosion reinforcement to the plasma are improved, and / the first wall of a nuclear fusion reactor ] as compared with Mo of the conventional technique so that clearly from said drawing 8 , it can manufacture easily.

[0013] Moreover, according to the 3rd invention, since the member which faces the plasma, the member for cooling, and the interlayer did the laminating with the infiltration process and joined, they can prevent the breakaway and the crack between the member which faces the plasma, and the member for cooling.

[0014] Moreover, according to the 4th invention, since each class which the structure cut the member by which the laminating was carried out to the shape of a rod long to a longitudinal direction in the perpendicular direction to the longitudinal direction, divided it into plurality, and was this divided is joined and it is constituted, it becomes unnecessary to prepare the pipe for cooling, and manufacture is more easy, and the large-sized structure can be manufactured.

[0015]

[Example] Hereafter, drawing 1 thru/or drawing 6 which shows one example of this invention is explained. Drawing 1 is the basic block diagram of the nuclear fusion reactor first wall which is one example of this invention. As shown in this drawing, as for the front face 2 facing a first wall 1, the melting point is formed with the thin film 3 of a refractory metal 3000 degrees C or more, for example, a tungsten. The following film 4 is joined [ film / 6 / nearest to the copper 7 which it is joined tungsten 80% with the thin film composed in 20% of copper, and a sequential presentation is changed below, and is heat tank material with the member ingredient for cooling ] in the refractory metal and the member ingredient for cooling with the thin film composed in 60% of copper tungsten 40%. Moreover, a pipe 8 penetrates in the above-mentioned heat sink material 7, and cooling water 9 flows to the interior. Presentation control with a tungsten and copper is the presentation distribution which is known from the tungsten and the copper presentation which are shown in drawing 2 , and the relation of distance. Moreover, since the relation with the coefficient of thermal expansion by the copper presentation

component in a tungsten is proportional linearly as shown in drawing 3, thermal expansion does not produce change rapidly. Therefore, generating thermal stress has high reinforcement to a high temperature flux load few, and little good junction of a defect of the concordance of a plane of composition is attained more changing a presentation component in inclination and joining it, as shown in above-mentioned drawing 2 and drawing 3.

[0016] Drawing 4 explains the manufacture approach of a nuclear fusion reactor first wall material below.

[0017] It sinters and a predetermined dimension is processed, after carrying out specified quantity mixing of tungsten powder and the copper powder and producing a plate in press working of sheet metal, as shown in this drawing. subsequently, a tungsten -- \*\* -- the about 0.2mm material of two or more sheets into which the copper component was changed -- producing -- them -- from order with high tungsten concentration -- for example If a laminating is carried out to the order of 80% of copper, and 100% of copper and it joins with an infiltration process at an elevated temperature 60% [ of copper ], and tungsten 20% 40% [ of copper ], and tungsten 40% 20% [ of copper ], and tungsten 60% tungsten 80% tungsten 100% The first wall material which carried out corniform as shown in drawing 5 is made. Subsequently, if machining cuts a first wall material in the right-angled direction to a longitudinal direction with a suitable dimension, the first wall for fusion devices will be made. therefore -- for example, in are comparatively highly precise and producing a certain structure also several m like the diver of the nuclear fusion reactor shown in drawing 6, after producing as for a long time as possible, it can manufacture easily by cutting in a suitable dimension by machining. Moreover, since the pipe for cooling can also be omitted and junction to the pipe for cooling can also be omitted, manufacture can be made easy more.

[0018] In addition, in the above-mentioned example, although the case where the die length of a first wall was long was explained, it is not limited to this, and when die length is short, you may manufacture according to a block like the conventional technique.

[0019]

[Effect of the Invention] Since this invention is constituted as explained above, effectiveness which is indicated below is done so.

[0020] While the first wall of a nuclear fusion reactor is formed with a thin film between the metallic material of this member for first wall cooling, and the refractory material with a melting point of 3000 degrees C or more facing the plasma according to the 1st invention Since it consists of the structures which above-mentioned both component ratio carried out the laminating of the interlayer who changes gradually, and joined, while equalizing thermal stress and reducing thermal stress, the reinforcement to erosion can be increased and a life can be increased.

[0021] Since according to the 2nd invention the ingredient facing said plasma is formed with a tungsten and the member for cooling is formed with copper, the strength in high temperature and erosion reinforcement to the plasma are improved, and even if large-sized like a nuclear fusion reactor first wall, it can manufacture easily.

[0022] According to the 3rd invention, since the member which faces the plasma, the member for cooling, and the interlayer did the laminating with the infiltration process and joined, they can prevent more the breakaway and the crack between the member which faces the plasma, and the member for cooling.

[0023] Since according to the 4th invention cut the ingredient by which the laminating was carried out to the shape of a rod long to a longitudinal direction in the structure in the perpendicular direction to a longitudinal direction, it divides into plurality, this divided each class is joined and it is constituted, it becomes unnecessary to prepare the pipe for cooling, and manufacture can manufacture the easier and large-sized structure.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The basic block diagram of the nuclear fusion reactor first wall which is one example of this invention.

[Drawing 2] A tungsten, a copper presentation, and the related Fig. of distance.

[Drawing 3] The related Fig. of the copper presentation component in a tungsten, and coefficient of thermal expansion.

[Drawing 4] The flow chart which shows the production process of a nuclear fusion reactor first wall.

[Drawing 5] The perspective view showing the material of a nuclear fusion reactor first wall.

[Drawing 6] The perspective view showing the diverter which is the device of a nuclear fusion reactor.

[Drawing 7] The various on-the-strength comparison Figs. of this invention and the former.

[Drawing 8] The perspective view showing the conventional nuclear fusion reactor first wall.

[Description of Notations]

1 [ -- The laminating thin film which consists of a tungsten and copper 7 / -- Copper heat sink material, 8 / -- A cooling pipe, 10 / -- Diverter plate ] -- A nuclear fusion reactor first wall, 2 -- The field, 3 which counter the 1st wall of a nuclear fusion reactor -- A tungsten, 4, 5, 6

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-256968

(43)公開日 平成5年(1993)10月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 B 1/00	C	9014-2G		
C 2 2 C 27/04	1 0 1			

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-55383

(22)出願日 平成4年(1992)3月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 桜井 茂雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 溝口 忠憲

茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会

社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 秋本 正実

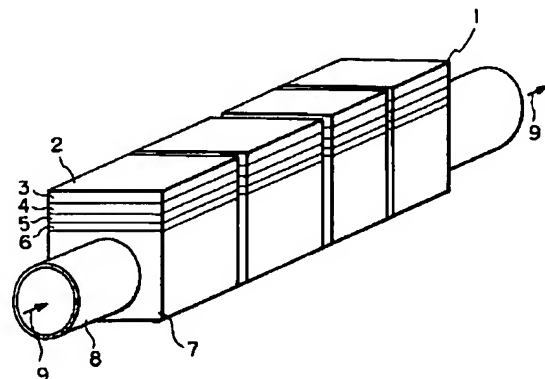
(54)【発明の名称】 核融合炉第一壁

(57)【要約】

【目的】 高熱負荷に耐え、プラズマからの粒子衝撃によるエロージョン特性を向上可能とする。

【構成】 核融合炉第一壁を冷却する部材の金属材料と、プラズマに面する融点3000℃以上の高融点材料との間に薄膜で形成されるとともに、上記両者の成分比が段階的に変化する中間層を積層し接合した構造体にて構成し、熱膨張率を平均化して熱応力を低減するとともに、エロージョンに対する強度に優れ、かつ大形でも容易に製作することができる。

【図1】 本発明の一実施例である核融合炉第一壁の基本構成図





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 核融合炉のプラズマに対向して設置される第一壁において、該第一壁冷却用部材の金属材料と、前記プラズマに面する融点3000℃以上の高融点材料との間に、薄膜で形成されるとともに、上記両者の成分が段階的に変化する中間層を積層して接合した構造体にて構成されたことを特徴とする核融合炉第一壁。

【請求項2】 前記プラズマに面する材料はタングステンで形成され、前記冷却用部材は銅で形成されたことを特徴とする請求項1記載の核融合炉第一壁。

【請求項3】 前記構造体は、長手方向に長い棒状に積層された材料を長手方向に対し垂直な方向に切断して複数個に分割し、該分割された各層を積層接合して構成されたことを特徴とする請求項1もしくは2記載の核融合炉第一壁。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、核融合炉第一壁に係り、とくに、リミッタ、ダイバータ、およびブランケットのプラズマに対向する機器の耐熱衝撃強度を向上するのに好適な核融合炉第一壁に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より核融合炉の第一壁については、炉内の機器の機能、負荷条件によって種々の形成が提案されている。また第一壁の構成材料としては、高熱負荷時の高い熱応力に耐え得るものとして高温強度の優れた黒鉛や炭素炭素繊維複合材料が用いられている。たとえば、日本原子力学会誌第33巻8号第737頁の解説論文に記載され、かつその要部を図7に示すように、プラズマに面する部分11は、黒鉛あるいは炭素炭素繊維複合材料からなるサイコロ状のブロック12が冷却用の銅パイプ13に設けられた銅のブロック14にロウ付けされたものが紹介されている。しかるに、上記従来技術は、ブロック12を構成する黒鉛あるいは炭素炭素繊維複合材料と、冷却用銅との間の熱膨張差が大きいので、高熱負荷時には、高い熱応力が発生してロウ付け面に剥離やき裂が発生する恐れがという問題があった。また、黒鉛あるいは炭素炭素繊維複合材料は、プラズマから放出する粒子の衝撃に対するエロージョンも長期使用の場合には充分でないという問題があった。

【0003】そこで、従来、たとえば特開昭60-4050号公報に記載されているように、プラズマ側のMo層と、冷却用銅側のCu層とがプラズマ側から冷却用銅側までMoの含有比率が重量%で100~0%まで変化したCu-Mo合金層を介して粉末成形された複合構造体で構成されたものが提案されている。

【0004】また、特開昭60-203436号公報に記載されているように、タングステン部材と銅部材とを接合した粉末成形のプラズマに面するタングステン部材にMo含有量を多く、冷却用銅部材に接する部分に銅含

有量の多いMo-Cuの層を介在させたものが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、いずれもプラズマに面する表面を融点が3000℃以下のMoもしくはMoを混入したタングステンにて形成しているため、図8に示すように、耐熱強度が小さく、かつプラズマから放射される粒子の衝突によるエロージョンに対して強度が小さく、核融合炉第一壁に適用した場合、長期間の使用に対して充分とは云えない問題があった。

【0006】本発明の目的は、高熱負荷に耐え、プラズマからの粒子衝撃によるエロージョン特性と向上可能とする核融合炉第一壁を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の核融合炉の第一壁は、該第一壁冷却用部材の金属材料と、プラズマに面する融点3000℃以上の高融点部材との間に、薄膜で形成されるとともに、上記両者の成分比が段階的に変化する中間層を積層して接合した構造体にて構成されたものである。

【0008】また、前記プラズマに面する材料はタングステンで形成され、冷却用部材は銅で形成されたものである。

【0009】また、前記プラズマに接する材料および冷却用部材と、前記中間層とは、溶浸法により積層して接合したものである。

【0010】また、前記構造体は、長手方向に長い棒状に積層された材料を長手方向に対し垂直な方向に切断して複数個に分割し、該分割された各層を積層接合して構成されたものである。

## 【0011】

【作用】第1の発明によれば、核融合炉の第一壁は、プラズマに面する部材をプラズマから放射される粒子の衝突によるエロージョンに対し優れた融点3000℃以上の高融点金属を表面に配置するとともに、該高融点金属と冷却用部材との間に、薄膜で形成されるとともに、上記両者と成分比が段階に変化し、最終的には上記冷却用部材の成分組成とするので、プラズマに対向する面と冷却部材との間に発生する熱応力の平均化して熱応力を低減することができ、かつエロージョンに対する強度を増加して耐用手数を増加することができる。

【0012】また、第2の発明によれば、プラズマに面する部材をタングステンにて形成し、冷却用部材を銅にて形成しているので、前記図8から明らかなように、従来技術のMoに比較してプラズマに対する耐熱強度およびエロージョン強度を向上しかつ核融合炉の第一壁のように大形でも容易に製作することができる。

【0013】また、第3の発明によれば、プラズマに面する部材と、冷却用部材と、中間層とは溶浸法により積層して接合したので、プラズマに面する部材と、冷却用

部材の間のはく離やき裂を防止することができる。

【0014】また、第4の発明によれば、構造体は、長手方向に長い棒状に積層された部材を長手方向に対し垂直な方向に切断して複数個に分割し、該分割された各層を接合して構成されているので、冷却用パイプを設ける必要がなくなつて製作がより容易で、大型の構造物を製作することができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を示す図1乃至図6について説明する。図1は、本発明の一実施例である核融合炉第一壁の基本構成図である。同図に示すように、第一壁1に面する表面2は融点が3000℃以上の高融点金属たとえばタングステンの薄膜3で形成され、つぎの膜4は高融点金属と冷却用部材材料とをたとえばタングステン80%、銅20%に組成した薄膜で接合され、以下順次組成が変えられて冷却用部材材料で熱シム材である銅7に最も近い膜6をタングステン40%、銅60%に組成した薄膜で接合されている。また上記熱シム材7には、パイプ8が貫通し、その内部に冷却水9が流れる。タングステンと銅との組成制御は、図2に示すタングステンと銅の組成と距離の関係から知られるような組成分布になっている。またタングステン中の銅組成成分による熱膨張率との関係は、図3に示すように、直線的に比例しているため、急激に熱膨張が変化を生じることはない。したがって、発生熱応力が少なく高熱流束負荷に対して高い強度を有し、かつ組成成分を上記図2および図3に示すように傾斜的に変えて接合することにより接合面のなじみが良く欠陥の少ない接合が可能となる。

【0016】つぎに核融合炉第一壁素材の製造方法について図4により説明する。

【0017】同図に示すように、タングステン粉末と銅粉末とを所定量混合し、プレス加工にて板材を作製したのち、焼結し、所定寸法に加工する。ついでタングステンと銅の成分を変えた0.2mm程度の複数枚の素材を作製し、それらをタングステン濃度の高い順からたとえば、タングステン100%、タングステン80%、銅20%、タングステン60%、銅40%、タングステン40%、銅60%、タングステン20%、銅80%、および銅100%の順に積層して高温で溶浸法により接合すると、図5に示すように角状をした第一壁素材ができる。ついで、第一壁素材を適当な寸法で長手方向に対し直角な方向に機械加工で切断すると、核融合装置用第一壁ができる。そのため、たとえば図6に示す核融合炉のダイバーのように数メートルもある構造物を比較的高精度で作製する場合には、できるだけ長く作製したのち、機械加工によって適当な寸法に切断することにより容易に製作することができる。また、冷却用パイプを省略することもできかつ冷却用パイプとの接合も省略できるので、より製作を容易にすることができる。

【0018】なお、上記実施例においては、第一壁の長さが長い場合について説明したが、これに限定されるものではなく、長さが短い場合には、従来技術のようにブロック別に製作しても良い。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明は構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0020】第1の発明によれば、核融合炉の第一壁は、該第一壁冷却用部材の金属材料と、プラズマに面する融点3000℃以上の高融点材料との間に、薄膜で形成されるとともに、上記両者の成分比が段階的に変化する中間層を積層して接合した構造体にて構成されているので、熱応力を平均化して熱応力を低減するとともに、エロージョンに対する強度を増加し、耐用年数を増加することができる。

【0021】第2の発明によれば、前記プラズマに面する材料をタングステンにて形成し、冷却用部材を銅にて形成しているので、プラズマに対する耐熱強度およびエロージョン強度を向上し、かつ核融合炉第一壁のように大形でも容易に製作することができる。

【0022】第3の発明によれば、プラズマに面する部材と、冷却用部材と、中間層とは溶浸法により積層して接合したので、プラズマに面する部材と、冷却用部材の間のはく離やき裂をより防止することができる。

【0023】第4の発明によれば、構造体を、長手方向に長い棒状に積層された材料を長手方向に対し垂直な方向に切断して複数個に分割し、該分割された各層を接合して構成されているので、冷却用パイプを設ける必要がなくなつて製作がより容易で大型の構造物を製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である核融合炉第一壁の基本構成図。

【図2】タングステンと銅の組成と距離の関係図。

【図3】タングステン中の銅組成成分と熱膨張率の関係図。

【図4】核融合炉第一壁の製造工程を示すフローチャート。

【図5】核融合炉第一壁の素材を示す斜視図。

【図6】核融合炉の機器であるダイバークを示す斜視図。

【図7】本発明と従来との各種強度比較図。

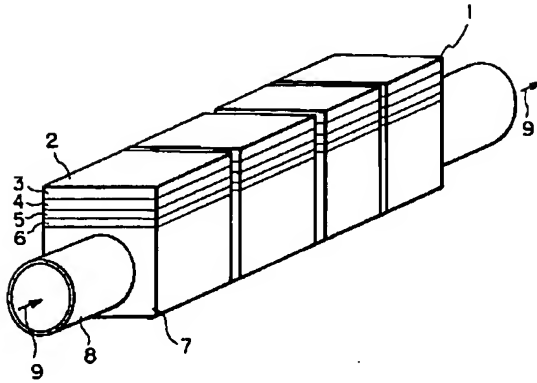
【図8】従来の核融合炉第一壁を示す斜視図。

【符号の説明】

1…核融合炉第一壁、2…核融合炉第1壁に対向する面、3…タングステン、4、5、6…タングステンと銅とからなる積層薄膜、7…銅の熱シム材、8…冷却パイプ、10…ダイバーク板

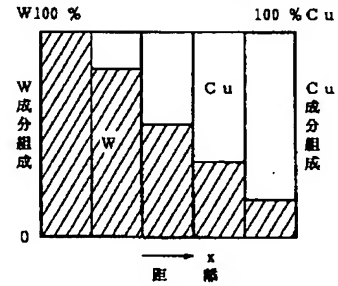
【図1】

【図1】 本発明の一実施例である核融合炉第一壁の基本構成図



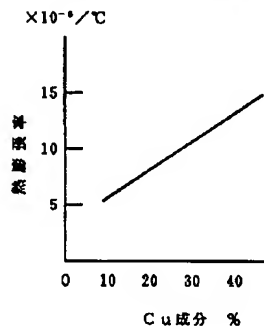
【図2】

【図2】 タングステンと銅の組成と距離の関係図



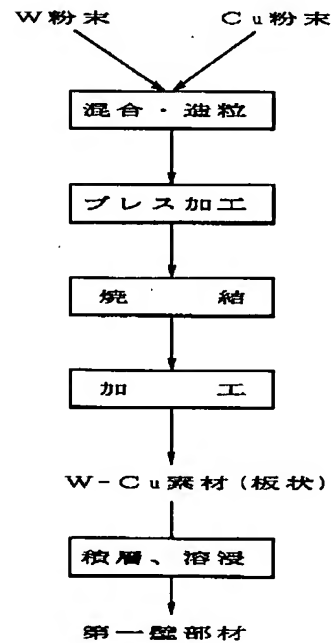
【図3】

【図3】 タングステン中の銅組成成分と熱膨張率の関係図



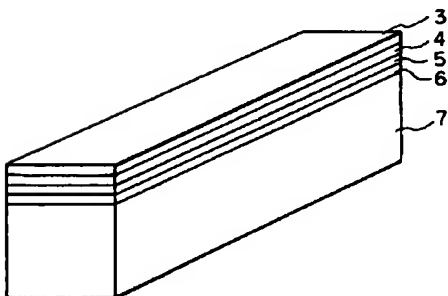
【図4】

【図4】 核融合炉第一壁素材の製作行程を示すフローチャート



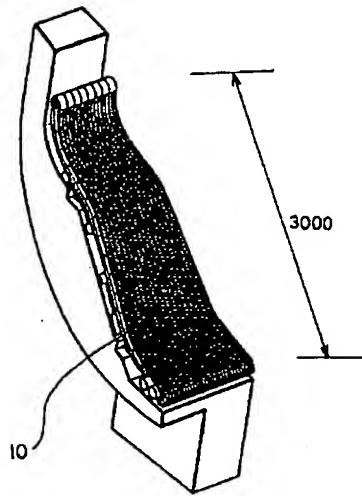
【図5】

【図5】 核融合炉第一壁素材を示す斜視図



【図6】

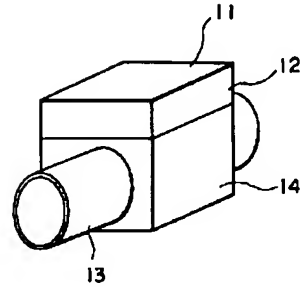
【図6】 核融合炉の機器であるダイバータを示す斜視図



10...ダイバータ板

【図7】

【図7】 従来の核融合炉第一壁を示す斜視図



【図8】

【図8】 本発明と従来技術との強度比較図

	プラズマに対する耐熱強度	融点	大型部材への適用度	プラズマに対するエロージョン強度
タングステン	大	3000℃以上	適用容易	大
モリブデン	小	3000℃以下	適用困難	小